

建築環境控制學

王錦堂 編著

臺隆書店出版

建築環境控制學

王錦堂編著

臺隆書店出版

建築環境控制學

**PLANNING FOR ENVIRONMENTAL CONTROL
OF ARCHITECTURE**

編 者：王錦堂

發行人：張宗河 臺北市衡陽路75號 電話：3314807號

出 版：臺隆書店 郵政劃撥帳戶12935號

印 刷：大進印刷有限公司 臺北市汕頭街22巷44弄62號

七 版：中華民國71年3月1日

登記證：行政院新聞局局版臺業字第0983號

有版權 不准翻印

定價新臺幣 200 元



序

這原是編者在東海大學擔任「建築設備」課程時所編寫的講義。最初的概念祇是想介紹各種建築設備的內容及性質而已，但經過了數年的教學，並對建築設備的認識，讓編者覺悟並體會到這門學域在近代建築中應當扮演的腳色——也許應當是

- ①闡述建築環境控制的程序。
- ②認識整體建築設計的步驟。

上列二點主要的是

- ①如何來控制建築環境，依何種設備或系統來達成某種空間要求的環境。因此，對設備或系統的功用、性質，並適應性加以分析並予闡述。
- ②如何來應用設備或系統，使它們成為建築設計中的一個要素，猶如窗子之與建築一樣。因之，對各種設備或系統其在建築中的地位，其對建築的要求，並建築對各設備或系統可做到的服務程度等加以敘述。

基於上述原則，這本書始由講義的最初概念轉換為純以建築師的立場，依上列二個觀念編寫而成。

編者希望這本書的出版能對①當前的建築教育開創一個新的方向，對②當前的建築設計建立一個新的程序。

這本書的完成得到恩師胡兆輝教授的指導，並至友漢寶德教授的幫助很多，特附筆致謝。

這本書祇不過是一個嚐試，一個開端，所以還有更多的問題尚待研究，尚待解決。希望有同一志趣的前輩、朋友以及同學們不斷地給予指導，讓它確能負擔起中國新建築的開發上一點微不足道的力量，則編者幸甚！

編 者 民國六十年十月於臺中市大度山上

目 錄

序	
1 章 總 說	1.1 建築與設備..... 1
	1.1.1 建築與環境..... 1
	1.1.2 建築與工業..... 2
	1.1.3 設備與設計..... 4
	1.2 設備計劃..... 4
	1.2.1 計劃緣起..... 4
	1.2.2 計劃目標..... 6
	1.2.3 勝任之計劃者..... 6
	1.2.4 計劃範圍..... 8
2 章 換 氣 設 備	2.1 概 說.....11
	2.2 自然換氣.....11
	2.2.1 換氣筒.....11
	2.2.2 凸屋頂.....13
	2.3 機械換氣.....14
	2.3.1 風扇換氣.....14
	2.3.2 送風機換氣.....14

2.4	局部換氣	15
2.4.1	氣罩(天蓋)	15
2.4.2	排氣櫃	17
3 章	暖房設備	
3.1	概說	19
3.2	斷熱計劃	20
3.2.1	斷熱材料	20
3.2.2	斷熱構造	22
3.2.3	鋁箔斷熱構造	23
3.3	熱源・熱媒	26
3.3.1	熱源	26
3.3.2	熱媒	32
3.4	暖房設備之分類	32
3.4.1	依規模之分類	32
3.4.2	依形式之分類	34
3.4.3	依熱媒之分類	34
3.4.4	依熱源之分類	35
3.5	個別暖房	35
3.5.1	壁爐	35
3.5.2	暖牆	38
3.5.3	陶爐	41
3.5.4	火炕	42
3.6	直接暖房	43
3.6.1	蒸氣暖房	43
3.6.2	溫水暖房	51
3.6.3	高壓溫水暖房	59
3.6.4	地區暖房	60
3.7	輻射暖房	64
3.7.1	低溫輻射暖房	64
3.7.2	高溫輻射暖房	71
3.7.3	赤外線輻射器暖房	73
3.8	溫風暖房	74
3.8.1	溫風爐式暖房	75

	3.8.2 管圈式溫風暖房·····	81
	3.8.3 加熱個機式溫風暖房·····	82
3.9	特殊暖房·····	83
	3.9.1 熱泵·····	83
	3.9.2 太陽能暖房·····	88
	3.9.3 原子力暖房·····	97
	3.9.4 高溫熱媒暖房·····	98
3.10	系統之選擇·····	98
3.11	暖房用裝置·····	99
	3.11.1 燃燒裝置·····	99
	3.11.2 鍋 爐·····	102
	3.11.3 溫風爐·····	107
	3.11.4 水 泵·····	108
	3.11.5 管集箱·····	109
	3.11.6 放熱器·····	109
3.12	機械間設施·····	115
	3.12.1 鍋爐間·····	115
	3.12.2 燃料庫・灰渣庫·····	120
	3.12.3 煙 囱·····	126
	3.12.4 溫風爐之機械間·····	129
3.13	配管及管道·····	131
	3.13.1 室內配管·····	131
	3.13.2 室外配管·····	134
4 章	冷房・	
	空氣調節設備	
	4.1 概 說·····	137
	4.2 斷熱計劃·····	139
	4.3 熱源・冷媒・熱媒·····	139
	4.3.1 熱 源·····	139
	4.3.2 冷 媒·····	140
	4.3.3 冷 液·····	
	4.3.4 熱 媒·····	143
	4.4 劃 區·····	143
	4.5 冷房・空氣調節設備之分類·····	144

4.5.1	依熱之輸運方法之分類	144
4.5.2	依室溫之控制方法之分類	148
4.6	個別式冷房	148
4.7	中央式冷房	153
4.7.1	踢腳鰭管冷房	153
4.7.2	風圈冷房	153
4.8	全風式空氣調節系統	156
4.8.1	單風管系統	156
4.8.2	雙風管系統	159
4.8.3	複式個機系統	162
4.9	水風式空氣調節系統	163
4.9.1	分劈個機系統	163
4.9.2	導引個機系統	166
4.9.3	風管併用風圈個機系統	168
4.9.4	輻射冷房系統	170
4.10	特殊系統	171
4.10.1	氣簾	171
4.10.2	電子冷凍	174
4.11	系統之選擇	176
4.11.1	住居建築	176
4.11.2	業務建築	178
4.11.3	商業建築	180
4.11.4	餐旅業建築	181
4.11.5	會聚建築	182
4.11.6	醫院建築	184
4.11.7	廣播台	185
4.11.8	工場建築	185
4.12	冷房冷凍裝置	186
4.12.1	冷凍機	186
4.12.2	冷却塔	192
4.12.3	空氣調節機	197
4.12.4	送風機	206

	4.12.5 蓄熱槽	237
4.13	送風系統	239
	4.13.1 風 管	209
	4.13.2 管 道	221
	4.13.3 出風口・回風口	224
	4.13.4 排氣口・採氣口	230
4.14	機械間	231
	4.14.1 位 置	231
	4.14.2 面 積	233
	4.14.3 構 造	234
5 章	冷凍設備	
	5.1 概 說	237
	5.2 冷凍方式	239
	5.3 急速凍結	240
6 章	給排水設備	
	6.1 概 說	241
	6.2 給水設備	242
	6.2.1 給水源	242
	6.2.2 給水方式	254
	6.2.3 劃 區	264
	6.2.4 配管系統	264
	6.3 熱給水設備	270
	6.3.1 局部熱給水系統	270
	6.3.2 中央熱給水系統	272
	6.3.3 高溫水系統	275
	6.3.4 太陽能溫水給水系統	276
	6.4 飲用冰水設備	278
	6.5 消防設備	280
	6.5.1 消火龍頭・消火栓	280
	6.5.2 灑水器	285
	6.5.3 淋水器	290
	6.6 排水設備	290
	6.6.1 排水系統之構成	291
	6.6.2 屋內排水系統	291

6.6.3	屋外排水系統·····	304
6.6.4	低位排水系統·····	305
6.6.5	特殊排水系統·····	308
6.7	污水處理設備·····	312
6.7.1	污水處理系統之構成·····	312
6.7.2	污水池・腐化(敗)池·····	314
6.7.3	污水淨化池·····	316
6.7.4	低床淨化池·····	323
6.7.5	滲水系統·····	326
6.7.6	淨化系統之位置關係·····	330
6.8	機械間·····	334
6.8.1	給水泵間·····	334
6.8.2	排水泵間·····	337
6.8.3	屋上水櫃間·····	337
6.9	管 道·····	338
6.9.1	直立管配管凹道·····	338
6.9.2	橫引管之配管空間·····	339
6.9.3	衛生間之配管空間·····	341
7.1	概 說·····	347
7.2	電源・負荷·····	347
7.3	室內配線·····	350
7.3.1	供電方式·····	350
7.3.2	配電種類·····	358
7.3.3	配線方法·····	366
7.3.4	安全裝置·····	378
7.4	照 明·····	379
7.4.1	光源之選擇·····	379
7.4.2	光源種類·····	381
7.4.3	照明種類·····	386
7.5	動力·····	390
7.5.1	動力配線·····	390
7.5.2	電熱設施·····	391

7 章 電 氣 設 備

	7.5.3 動力設施·····	391
7.6	變電・發電·····	393
	7.6.1 變 電·····	393
	7.6.2 發電機·····	398
	7.6.3 蓄電池·····	401
7.7	弱電設備·····	401
	7.7.1 電 話·····	402
	7.7.2 通話器·····	403
	7.7.3 擴聲裝置·····	404
	7.7.4 信 號·····	405
	7.7.5 火災警報裝置·····	407
	7.7.6 電 鐘·····	410
	7.7.7 電視天線·····	412
	7.7.8 避雷針·····	413
8 章 輸 運 設 備	8.1 客用升降機·····	417
	8.1.1 性 能·····	418
	8.1.2 配置計劃·····	423
	8.1.3 機械間・升降通道·····	432
	8.2 貨運升降機·····	437
	8.2.1 性 能·····	440
	8.2.2 吊 箱·····	442
	8.3 電動梯·····	442
	8.3.1 性 能·····	443
	8.3.2 配置計劃·····	446
	8.3.3 裝 設·····	453
9 章 煤 氣 設 備	9.1 概 說·····	455
	9.2 煤氣燃料·····	456
	9.3 煤氣之供應設施·····	457
	9.3.1 供應法·····	457
	9.3.2 配 管·····	458
	9.3.3 器具・煤氣錶·····	461
	9.3.4 排氣・換氣·····	461

9.4	沼氣發生裝置.....	463
9.4.1	裝置之設計.....	463
9.4.2	沼氣之發生材料.....	465
9.4.3	沼氣發生槽之管理.....	466
I	術語名詞.....	467
II	綜合文獻.....	467
III	各章有關文獻.....	468

參考文獻

1 章

總 說

1.1 建築與設備

1.1.1 建築與環境

從過去的居住狀態演變至目前之近代建築之過程或可分為三個階段，即

- ①逃避惡劣的環境
- ②改善環境
- ③控制環境

①階段 乃利用洞穴、架木以為家，以避野獸、外敵及風雨，形成此一空間為一箱，置身於其中。該時代人類已知利用火、燃木及獸油以取暖，以避寒氣。

②階段 乃依土地之條件以建家屋，並發展至使室內之環境超出外界之環境。乾燥之溫地方，使用厚壁，開小口以防熱氣之侵入，多濕高溫地方則架高地板，開放外壁以避苦熱。寒冷地方則建暖爐、火牆、火炕以取暖。

創獨立之道具，然火取亮，並發掘長時間可持續之燃料，如獸油、魚油或礦物油。隨都市之發達，建公共水井，建水路以改善大規模之環境。

經過長時間的發展與進步，則人類的生活環境由躲避以至利用，現由利用以至補充，由補充逐漸使人類進入好的生活環境。

③階段 乃隨機械之發明與工業之進展而來的環境設備的發達。使吾人自躲避或利用，或改善自然環境的境界，進入依人爲的方法控制環境階段，今已到達理想之地步。

由於玻璃的工業化及其普及，使室內環境的操作發生了劃期的革命；煤炭、石油的熱源之利用，煤氣工業之發展，依火力水力發電所供應之能源及其普及，奠定了近代文明的基礎。因有豐富的熱動力之供應，並其運轉之機械裝置之發達，人類始得自由的來控制室內環境。然由於生活習慣，或經濟條件等原因，此建築之環境設備未能及早導入工程領域之中，而遲緩的進展於其他工業之後，於二次戰後，始急激地在發展與進步之中。

1.1.2 建築與工業

建築與工業之連結有二點：

一、為建築構材與肢材的工業生產，並使用施工機械，使營建工作工業化。

另一點乃因有熱源及動力源之供應，使電氣的或機械的裝置如建築設備等得用於建築之內。

建築與工業之關係不僅僅是將工業應用到建築上來，同時使建築的生產亦變為工業化。過去受磚、石、木等構造方法或材質限制之建築體形、平面等，因有鋼、水泥、玻璃、塑膠等新材料之產生使幅度變為自由。另一方面，因有照明、冷暖房、給排水、輸運等設備之發達，勿論是在平面上的或是立體上的建築空間，均變為更有效用，因之，使設計變為活潑、自由，而產生了近代建築的特性。

高層建築若無升降機則無法成立，美國摩天樓並非決定在建築構造之可能性上，乃決定在升降機之行程之可能性上。高度並不給旅客重量或配重 (Counter Weight) 帶來問題，而是連結並負擔二重量之鋼纜之粗細問題。故初期之高層建

築，其升降機分爲二段運轉，中途須換升降機。然今日已因材質之進步使升降機行程可達 300m。

水泵可送冷水或溫水至任一階層或任一距離。若無水之供應，今日之建築物均將變爲如無血管之人體成爲死物。

因有蒸氣或溫水循環之暖房出現，使室內得保清潔，免除各房間運煤出灰之苦，且可自由控制溫度以取暖，使全建築物有了活動力。進之，因有空氣調節之冷暖房出現後，使建築物之空氣之操作，不僅僅是如古來對寒氣以防禦，而是進一步依人爲的方法製作適於人體要求之最佳空氣環境。

勿論外界之空氣狀態如何，均可使室內具清潔而適當溫度與濕度之空氣狀態，猶如在成層圈飛行之飛機，海底內潛行之潛水艇。即建築物內之氣候條件不受大自然所支配，有其獨立之環境，勿論建築物在任何緯度，任何之乾燥地區或多濕地區，均可依人爲的方法使室內環境得以控制。

在照明方面，已由煤油燈、煤氣燈之燃燒火焰以取光亮之古老方法進展至電燈的發明，此新的照明方法確定了照明的新方向。繼之，對電燈泡內之氣體、燈絲等加以改良，使熱能量之損失減至最低，光之能量增至最大，使光色接近太陽光線。接着，當無燈絲之螢光燈出現後，使照明的途徑有了更大的轉變。吾人藉太陽光線以觀察物品，並不意識太陽之存在，故照明之原則乃使被觀察之物品有足夠之明度，但映入眼簾之光線爲僅少。然古老之燈源包括白熾燈泡，均爲點光源，爲使物品之明度增高必須提高光源之亮度。然螢光燈，其燈管表面全面爲光源，若燭光一定，光源之亮度較低，其本身對眼之刺激較少，況其發熱量低，光色得自由選定，對照明的理想確邁進了一步。利用螢光燈，對夜間或對自然光無法到達之黑暗部位加以照明時，則可獲得極爲接近晝光之照明。

因照明術之發達，建築中勿論是任何方位，任何位置，或在地下，或在中間部位，均可不考慮自然光之影響，使設計可自由的發展。因之，建築內之光環境可自由控制，約束大爲放寬。

依上述情形觀察，吾人不但對水、熱、光可以自由操縱控制，同時已由過去的個別使用方式轉移到中央的控制方式；過去的建築物是每個房間的連續，但現

在建築已因工學設備的進步，使建築物成了一個完整的有機體，也使建築有了革命性的轉變。建築設計的基本條件原是要保持溫度與光線，今天這基本條件已可由吾人自由操縱控制，因此使設計的目標、方法、建築的形態等均產生了相當大的改變，是為近代建築的誕生。

1.1.3 設備與設計

對螢光燈照明與空氣調節系統等人工環境的採用，原始自特殊工場。如膠片感光材料之工場，無法允許光線之進入，亦不適應空氣狀態之變化或塵埃之侵入，因之，此類工廠必須謀求無窗之人工環境。另如化學纖維工場，亦採取無窗構造，其原因並非是嫌棄太陽光線，因太陽光線之進入依季節、時間、晴雨，使溫度與濕度發生變化，無法保持製品之規格。其次如百貨店，亦不裝設窗子，因窗之眩光擾亂顧客對商品之注意力，且太陽光線使商品變質、變色。其次如電影院、會堂、有較多人衆聚集之房間、病院、辦公廳以至於住宅，均在重視人工的環境，相繼的在採用新的設備之中。

螢光燈照明，空氣調節系統等已成為文明人之標準設備，設計的基本觀念將因人工環境設備之發達不再受地域因子，氣候因子所左右、今後在建築的形態上極可能產生極為類似的造型，因此設計觀念為之改變。

1.2 設備計劃

1.2.1 計劃緣起

「近代設計必須熟習服務於人類的機械。」——E. Kaffman

建築材料已因工業之發達，使材質與種類變為豐富，建築構材或構造品均得在工場內生產。進之，如小住宅亦可在工場內分部製作，而建築工地祇不過是組合成品之現場而已，故建築設計可稱為一綜合各構材之製造工場之生產計劃。因此，建築與工業之關係愈來愈為緊密，同時，工業產品中之電氣與機械設備所分擔之工作對建築之效用與價值之影響愈來愈鉅，因之，建築設計必須是建築與設

備的整體計劃。所謂整體計劃並不是單單在建築中裝設某種設備而已，設備計劃受建築計劃所左右，建築設計受設備設計所左右。譬如建築之外壁全鑲玻璃，則空氣調節之容量至少應增加 6～7 成，若窗上裝設有效之除陽板，則可節省空氣調節之負擔。由此可知建築乃空氣調節系統之一部，反之，空氣調節裝置亦為建築之一部。由是，先若完成建築設計，再按需要之各種設備裝設時，即以往所稱為的「附帶設備」的觀念，已古老陳舊，而今而後，建築設計已無法循此途徑完成！

古老的設備計劃是由建築師將接近完成的建築平面圖交與設備工程師着手設備計劃或設計。則設備工程師按照設備的要求在建築的平面上或剖面上規劃機械位置，配管走行路徑。在規劃當中常因發現建築師所分配給設備的面積不足，或配管與結構肢材衝突，或有時煙囪未列等，則設備工程師須隨時將其發現或要求通知建築師修改設計圖施工圖等。

已如前述，此乃原始的對「附帶設備」之處理方法。若建築所採用之設備係一般給排水，或直接暖房系統，在習慣上，此種古老方式仍可通用，且頗適用。因直接暖房，其連各房間之配管管徑不過 3 cm 左右，雖在建築全部竣工之後再予配設亦不祇發生問題。況且過去之建築多不採用架空方式，更不採用全部大玻璃方式，配管之配設問題極易解決。然空氣調節系統之輸送調節空氣所使用之風管 (Duct) 最少亦有 20×20 cm，絕非暖房配管可比，若建築設計忽略其在建築中所將佔據之空間位置，建築完成後，對空間之應用，各構造體之銜接等，勢將發生問題，此種問題常無法獲得解決。因此，設備計劃勢在必行，而建築計劃亦必須有設備計劃之配合始能完成。

上列各問題點中影響建築設計最大者莫過於風管之尺寸，因以空氣為熱媒之系統，須將處理過之空氣送往各處，而此項空氣須藉風管輸送至建築之各處。其他各問題祇影響建築中之一部份，獨有風管則影響全建築。因之，其尺寸影響全建築之高度，構造之形式，平面之佈局及立面之造形等。若時間寬裕，風管之尺寸可依失熱得熱之略計算以決定之，依此熱負荷之概略計算，亦可了解要求之保溫程度。若時間緊迫或可依需要之換氣量 ($\text{m}^3/\text{hr m}^2$) 或依換氣次數求風量，